

Nr. 526 720

PATENTSCHRIFT

Nr. 526 720



SCHWEIZERISCHE EIDGENÖSSENSCHAFT

EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationale Klassifikation: F 02 m 21/02

Gesuchsnummer: 2515/71

Anmeldungsdatum: 22. Februar 1971, 17<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr

Patent erteilt: 15. August 1972

Patentschrift veröffentlicht: 29. September 1972

N

## HAUPTPATENT

LNG Services, Inc., Pittsburgh (Pa., USA)

## Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb einer Brennkraftmaschine sowie Anwendung des Verfahrens

Robert E. Petsinger, Pittsburgh (Pa., USA), ist als Erfinder genannt worden

1

Brennkraftmaschinen, wie sie beispielsweise in Kraftfahrzeugen verwendet werden, werden bekanntlich in der Regel mit Benzin oder Dieseltreibstoff (Kerosin) betrieben. In den höher paraffinen Kohlenwasserstoffgruppen, wie beispielsweise Gasolin oder Kerosin, besteht eine grössere Gefahr, dass eine unvollständige Verbrennung der Treibstoffe stattfindet und restliche Kohlenwasserstoffe sich in der Brennkraftmaschine ablagern. Diese Treibstoffe liefern als Nebenprodukt der Verbrennung rauchende Abgase.

Zweck der Erfindung ist es, obige Nachteile zu beseitigen und ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betrieb einer Brennkraftmaschine anzugeben, mit denen man unter anderem im wesentlichen rauchfreie Abgase erhält und die in den Abgasen enthaltenen Verunreinigungen beträchtlich reduziert werden.

Demgemäss ist Gegenstand der Erfindung:

a) ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, das dadurch gekennzeichnet ist, dass man einen Vorrat an einer brennbaren kryogenen Flüssigkeit vorsieht, diese verdampft und den kryogenen Dampf unter Beimischung von Umgebungsluft der Brennkraftmaschine zuführt; und

b) eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, die dadurch gekennzeichnet ist, dass sie einen Vorratsbehälter für die brennbare kryogene Flüssigkeit aufweist, der mittels einer Fördereinrichtung mit einem Verdampfer der kryogenen Flüssigkeit verbunden ist, an die sich eine weitere Einrichtung zum regelbaren Zuführen des kryogenen Dampfes zur Brennkraftmaschine anschliesst; sowie

c) die Anwendung des Verfahrens bei einem mit einer Brennkraftmaschine ausgerüsteten Kraftfahrzeug mit einem Vorratsbehälter für eine brennbare kryogene Flüssigkeit, mit einem Verdampfer für die kryogene Flüssigkeit, der über eine Fördereinrichtung mit dem Vorratsbehälter verbunden ist, und mit einer Einrichtung zum regelbaren Zuführen des kryogenen Dampfes zur Brennkraftmaschine.

Gegenüber den bisher bekannten Treibstoffen, wie Benzin und Dieseltreibstoff, weist das Naturgas ein wesentlich günstigeres Kohlenstoffwasserstoffverhältnis auf, das bei 0,3 liegt, während jenes für Benzin bei 0,186 liegt. Dies zeigt, dass Gasolin beispielsweise 60 % mehr Kohlenstoff enthält als Naturgas.

2

Die Verwendung von verflüssigtem Naturgas als Treibstoff für Brennkraftmaschinen ergibt wesentliche Vorteile. So werden die Kohlenstoffablagerungen in der Brennkraftmaschine reduziert, was die Wartungskosten eines Brennkraftmotors vermindert. Es sind beispielsweise weniger Ölwechsel notwendig. Weiter ergeben sich wesentlich rauchärmere Abgase und die Emissionen von Verschmutzungen an die Luft werden erheblich reduziert.

Methan ist ein spezifisch leichterer Treibstoff als Gasolin oder Kerosin und bei gleicher Vorratsbehältergrösse lässt sich ein Brennkraftmotor mit verflüssigtem Naturgas wesentlich länger betreiben als mit den bisher gebräuchlichen Treibstoffen. Verflüssigtes Naturgas nimmt beispielsweise nur ungefähr 1/632 des Volumens des gasförmigen Zustandes bei normalem Umgebungsdruck und normaler Umgebungstemperatur ein.

Bei Umgebungsbedingungen sind Gasolin, Kerosin und normales Paraffinöl flüssig. Diese Flüssigkeiten müssen in einer Brennkraftmaschine erst mit einem Vergaser oder einer Einspritzvorrichtung vergast werden, während verflüssigtes Naturgas unter Umgebungsbedingungen von Natur aus verdampft. Dadurch vermindern sich die erforderlichen Einrichtungen, um verflüssigtes Naturgas für eine Brennkraftmaschine aufzubereiten. Da überdies die in der Brennkraftmaschine vorhandene Wärme nicht dazu verwendet werden muss, den Treibstoff vollständig zu verdampfen, wird die Gefahr der vorzeitigen Selbstentzündung, die eine der wesentlichsten Ursachen für das Klopfen der Brennkraftmaschine ist, vollständig beseitigt.

Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Erfindung werden nachfolgend, insbesondere anhand der Zeichnungen, näher beschrieben, dabei zeigen

Fig. 1 ein Kraftfahrzeug mit einer Treibstoffversorgungsvorrichtung für brennbare kryogene Flüssigkeit in schematischer Darstellung;

Fig. 2 eine erste Verdampfer- und Vergasereinheit der Treibstoffversorgungsanlage der Fig. 1 in schaubildlicher Darstellung und teilweise aufgebrochen;

Fig. 3 eine zweite Verdampfer-Reguliereinheit der Treibstoffversorgungsanlage nach Fig. 1; und

Fig. 4 eine Dampfdurchsatzsteuereinheit der Treibstoffversorgungsanlage nach Fig. 1 in schaubildlicher Darstellung und

526 720

3

teilweise aufgeschnitten.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung die Treibstoffversorgungsanlage 10 eines Kraftfahrzeuges 12. Ein kryogener Treibstoff, wie beispielsweise verflüssigtes Naturgas oder eine andere äquivalente brennbare kryogene Flüssigkeit, wie beispielsweise Methan, Wasserstoff, Äthan oder Äthylen, ist in einem speziell konstruierten isolierten Vorratsbehälter 14 untergebracht, der im Heck des Kraftfahrzeugs 12 liegt. Der Vorratsbehälter 14 kann jedoch auch in jedem anderen Teil des Kraftfahrzeuges untergebracht sein. Die Unterbringung hängt im wesentlichen von der Art des Kraftfahrzeuges, wie beispielsweise einem Bus, einem Lastkraftwagen, einem Taxi usw. ab. Der Vorratsbehälter 14 ist isoliert und hält den kryogenen Treibstoff in flüssigem Zustand. Durch Betätigen des elektromagnetischen Ventils 16, was beispielsweise durch einen mit einem Schlüssel zu handhabenden Schalter vom Fahrerraum aus geschehen kann, wird die Druckdifferenz zwischen dem Mischer 18 und dem Vorratsbehälter frei. Der kryogene Treibstoff fließt nun über die Treibstoffleitung 20 zu einem ersten Verdampfer 22.

Der erste Verdampfer 22 weist eine mehrfach gewundene Rohrleitung 24 auf, die in ein Luftfilter 26 eingebettet ist. Die Rohrleitung 24 besteht aus Kupfer, rostfreiem Stahl, Aluminium oder einem anderen Material, das kryogene Temperaturen aushält. Der kryogene Treibstoff fließt nun durch die Treibstoffleitung 20 in die Rohrleitung 24 und wird hier verdampft, indem er der Umgebungsluft ausgesetzt wird, die durch das Luftfilter 26 fließt.

Verflüssigtes Naturgas verdampft bei ungefähr  $-162^{\circ}\text{C}$  und steht im Wärmeaustausch mit der Umgebungsluft, die den ersten Vergaser 22 umgibt, wobei durch diese Umgebungsbedingungen der verflüssigte Treibstoff verdampft. Die anderen weiter oben noch erwähnten brennbaren kryogenen Treibstoffe gehen ebenfalls vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand über, wenn sie der Umgebungstemperatur und dem Umgebungsdruck ausgesetzt sind. So verdampfen beispielsweise Wasserstoff bei  $-253^{\circ}\text{C}$ , Äthan bei  $-89^{\circ}\text{C}$  und Äthylen bei  $-104^{\circ}\text{C}$ . Unabhängig von den Aussentemperaturen am Kraftfahrzeug findet also eine Verdampfung selbst an den kältesten Tagen statt.

Ein Gemisch aus Flüssigkeit und Dampf tritt im Eingang 30 ein und gelangt durch eine erste Düse 34 in eine erste Regel- und Verdampfungskammer 36, wo der Druck vom Druck des Vorratsbehälters 14 auf maximal 0,35 bis 0,42  $\text{kp}/\text{cm}^2$  reduziert wird. Diese Druckreduktion wird bewirkt durch den Treibstoffdruck auf eine erste Membrane 38, die einen ersten Hebelmechanismus 40 betätigt, wodurch die Kraft einer kalibrierten Feder 42 überwunden wird, was zum Schließen eines Ventiles 44 führt, das den ankommenden Treibstoffstrom unterbindet.

Nach der Verringerung des Druckes findet eine Expansion und Verdampfung des Treibstoffes statt. Durch eine Kammer 46 wird Wasser geleitet, das als Heizmittel dient und die vollständige Verdampfung des Treibstoffes bewirkt. Dieses Wasser kann aus dem Kühlsystem der Brennkraftmaschine stammen. Andererseits kann auch die Abgasanlage der Brennkraftmaschine angezapft werden und heiße Abgase durch die zweite Verdampfer-Regleinheit 32 geleitet werden, um den kryogenen Treibstoff vollständig zu verdampfen.

Der so verdampfte Treibstoff ist nun zur Zuführung zum Mischer 18 entsprechend der verwendeten Maschine geeignet. Die Leerlauf- und Starttreibstoffmenge wird durch die Düse 48 zugeführt, die durch eine Leerlaufschraube 50 eingestellt werden kann.

Erhöht sich die Geschwindigkeit der Brennkraftmaschine über den Leerlauf, so entsteht dem Venturirohr des Mixers ein Unterdruck, der über die Leitung 52 dem Auslass 54 der zweiten Verdampfer-Regleinheit 32 zugeführt und einer Kammer

4

56 vermittelt wird. Der Atmosphärendruck bewirkt über eine Belüftungsleitung 58 einen Druck auf eine zweite Membrane 60 und ein zweites Hebelsystem 62, wodurch eine Feder 64 zusammengedrückt wird. Ein Ventil 66 bleibt aufgrund einer Blattfeder 68 und des Treibstoffdruckes in der ersten Regulier- und Verdampfungskammer 36 geschlossen. Nachdem der freie Durchgang zwischen dem zweiten Hebelsystem 62 und dem Ventil 66 aufgehoben worden ist, bewirkt jeder Anstieg des Vakuums im Venturirohr einen weiteren Anstieg der Kraft, die das Ventil 66 öffnet. Dadurch kann der verdampfte Treibstoff weiter durch den Auslass 54 über die Leitung 52 in das Venturirohr des Vergasers strömen, und zwar im Verhältnis zur Luftgeschwindigkeit durch das Venturirohr des Mixers. Dadurch wird eine ideale Mischung bei allen Drehzahlen der Brennkraftmaschine erreicht. Die zweite Verdampfer-Regleinheit 32 ist ein handelsübliches Produkt der Beam Products Manufacturing Corporation, die diese Einheit unter der Bezeichnung «Beam 400-A» vertreibt.

Aufgrund der tiefen Temperatur des kryogenen Treibstoffes wird normalerweise ein Teil des Treibstoffes im Vorratsbehälter 14 verdampfen. Der Vorratsbehälter 14 weist nun eine Flüssigkeitsabzugsleitung 70 auf, die stets in Verbindung mit der flüssigen Phase des kryogenen Treibstoffes im Vorratsbehälter 14 steht. Ferner weist er eine Dampfabzugsleitung 72 auf, die stets in Verbindung mit der Gasphase des kryogenen Treibstoffes im Vorratsbehälter 14 steht. In der Flüssigkeitsabzugsleitung 70 ist ein Rückschlagventil 74 vorgesehen, das ein Zurückfließen des Treibstoffes in den Vorratsbehälter 14 verhindert. In der Dampfabzugsleitung 72 ist eine Dampfflusssteuereinrichtung 80 angeordnet, die in Fig. 4 im Detail gezeigt ist. Letztere weist im wesentlichen ein Ventil 82 auf, das vom Dampfdruck in der Dampfabzugsleitung 72 derart gesteuert wird, dass beim Überschreiten eines vorbestimmten Druckes der Dampf über eine Leitung 84 an den Kopf der Dampfflusssteuereinrichtung 80 geleitet wird und dort eine Membrane beaufschlagt, die das Ventil 82 öffnet, wodurch überschüssiger Dampf in der Dampfabzugsleitung 72 über die Leitung 88 in die Treibstoffleitung 20 abfließen kann. Dadurch wird der Aufbau eines Überdruckes im Vorratsbehälter 14 verhindert. Ist der Dampfdruck im Vorratsbehälter 14 um einen bestimmten Druck kleiner als der Maximaldruck, so bleibt das Ventil 82 geschlossen. Zwischen diesen beiden Drücken pendelt das Ventil hin und her. Die Dampfflusssteuereinrichtung 80 ist ebenfalls ein handelsübliches Produkt der The Fisher Governor Company in Marshalltown, Iowa.

Da der kryogene Treibstoff nicht als typisches Lösungsmittel wirkt, so nimmt er kein Öl von den Zylinderwandungen ab und verhindert ein Verrutschen der Zündkerzen, was ihre Wirksamkeit und Lebensdauer erhöht. Es findet eine sanftere Verbrennung in der Brennkraftmaschine statt, da der kryogene Treibstoff vollständig verdampft ist, wenn er den Vergaser erreicht. Weiter kann die bei der Verdampfung auftretende Abkühlung dazu benützt werden, die Luft im Kraftfahrzeug zu konditionieren und/oder eine zusätzliche Kühlung der Brennkraftmaschine oder der Abgasanlage herbeizuführen.

Analog kann ein Abfalltransportfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine ausgestattet werden, die mit kryogenem Treibstoff betrieben wird, wobei verdampfter Treibstoff oder sogar flüssiger Treibstoff abgezweigt und dann verdampft einem Brenner zugeführt werden kann, um das Abfallmaterial vollständig zu verbrennen. Vorzugsweise wird dies in einer zwei- oder dreistufigen Brennkammer durchgeführt, wobei der verdampfte kryogene Treibstoff allen drei Verbrennungskammern zugeführt werden kann. Mit geeigneten Druckvorrichtungen kann bei hohem Müllgehalt eine teilweise Oxydation der Abfälle durchgeführt werden, um ein Düngemittel zu erhalten, das einen hohen Stickstoffgehalt aufweist. Drei Kammern würden mit grösster Sicherheit sowohl die Abgase von Gerü-

5

chen befreien, wie auch eine vollständige Verbrennung aller brennbaren Materialien sicherstellen: Die erste Kammer, die teilchenförmige Abfallmaterialien enthält, würde die grösste Kammer sein und zur Aufheizung aller Materialien dienen. Die zweite Kammer könnte mit verdampftem kryogenem Brennstoff und Luft wie auch mit Verbrennungsprodukten der ersten Kammer beschickt werden. Die dritte Kammer würde eine Wiederholung der zweiten Kammer darstellen, mit Ausnahme der Tatsache, dass zwischen der zweiten und der dritten Kammer Kühlschlangen vorzusehen sind, um so viel Wasser wie möglich aus der ersten und der zweiten Verbrennungskammer zu kondensieren. Dadurch würden jegliche Gerüche absorbiert werden die in dem vor der dritten Verbrennungskammer liegenden System auftreten.

Andererseits kann eine Pressanlage zur Herstellung von Kompost einen beheizten Druckkessel verwenden, in den die Abfälle eingebracht werden, indem man sie aufkochen lässt. Nach einer bestimmten Kochzeit werden die Abfälle zusammen mit vorsortierten nicht brennbaren Materialien in eine zweite Kammer gegeben und die in der Presskammer verbleibenden Dämpfe werden direkt verbrannt, um Gerüche vor einem getrennten Ausstossen zu beseitigen. Der Kompost würde dann verpackt und als Dünger verwendet.

Wird beispielsweise ein landwirtschaftlicher Traktor mit einer Brennkraftmaschine ausgestattet, die mit kryogenem Treibstoff betrieben wird, so kann die aus der Treibstoffversorgungsanlage freiwerdende Kühlenergie dazu benutzt werden, Gemüse oder Früchte zu kühlen oder die Ernte direkt auf dem Feld nach dem Ernten zu kühlen. Andererseits kann der Traktor auch so ausgebildet sein, dass er nicht nur von kryogenem Treibstoff angetrieben wird, sondern überdies einen solchen verdampften Treibstoff direkt zum Beflammen bestimmter Ernten verwendet.

Eine Buschschneidevorrichtung wird zum Abernten von Bäumen und zum Säubern von Baumbepflanzungen verwendet. Eine solche Buschschneidevorrichtung kann mit einer Brennkraftmaschine betrieben werden, die mit kryogenem Treibstoff betrieben werden kann. Die Vorrichtung kann tragbar sein und ihren eigenen Treibstofftank besitzen oder an eine zentrale Treibstoffversorgung angeschlossen werden. Die von kryogenem Treibstoff getriebene Buschschneidevorrichtung kann dazu verwendet werden, kleine Äste und Büsche abzubrennen, wenn die Bäume abgeerntet werden sollen. An entfernten Orten eines Feldes kann kryogener Treibstoff auch dazu dienen, Holzreste zu verbrennen.

Es sind auch andere tragbare Einrichtungen denkbar, die mit einer Treibstoffversorgungsanlage der vorliegenden Art ausgestattet werden können. So kann beispielsweise eine tragbare Brennkraftstoffmaschine mit einer Treibstoffversorgung der vorliegenden Art ausgestattet sein, um eine Pumpe oder einen Luftkompressor zu betreiben.

Es sei darauf hingewiesen, dass vollständige Systeme von Landfahrzeugen, Wasserfahrzeugen und Flugzeugen mit einer Treibstoffversorgungsanlage der vorliegenden Art ausgestattet sein können. So ist es beispielsweise möglich, Züge mit einer Kryogentreibstoffversorgungsanlage zu versehen, wobei gleich-

6

526 720

zeitig eine Luftkonditionieranlage betrieben werden kann und Treibstoff zum Kochen zur Verfügung stehen kann usw.

#### PATENTANSPRÜCHE

I. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass man einen Vorrat an einer brennbaren kryogenen Flüssigkeit vorsieht, diese verdampft und den kryogenen Dampf unter Beimischung von Umgebungsluft der Brennkraftmaschine zuführt.

II. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Vorratsbehälter für die brennbare kryogene Flüssigkeit aufweist, die mittels einer Fördereinrichtung mit einem Verdampfer zum Verdampfen der kryogenen Flüssigkeit verbunden ist, an die sich eine weitere Einrichtung zum regelbaren Zuführen des kryogenen Dampfes zur Brennkraftmaschine anschliesst.

III. Anwendung des Verfahrens nach Patentanspruch I bei einem mit einer Brennkraftmaschine ausgerüsteten Kraftfahrzeug mit einem Vorratsbehälter für eine brennbare kryogene Flüssigkeit, mit einem Verdampfer für die kryogene Flüssigkeit, der über eine Fördereinrichtung mit dem Vorratsbehälter verbunden ist, und mit einer Einrichtung zum regelbaren Zuführen des kryogenen Dampfes zur Brennkraftmaschine.

#### UNTERANSPRÜCHE

1. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass man den kryogenischen Dampf in einem von der zugeführten Umgebungsluft abhängigen Verhältnis zuführt.

2. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass man als brennbare kryogenische Flüssigkeit flüssiges Naturgas verwendet.

3. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass man die kryogene Flüssigkeit der Umgebungstemperatur und dem Umgebungsdruck aussetzt und dabei teilweise verdampft und anschliessend durch Wärmeaustausch mit einem weiteren Fluid vollständig verdampft.

4. Verfahren nach Unteranspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass man als weiteres Fluid das Kühlwasser einer wassergekühlten Brennkraftmaschine verwendet.

5. Verfahren nach Unteranspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass man als weiteres Fluid die Abgase der Brennkraftmaschine verwendet.

6. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer eine der Umgebungstemperatur und dem Umgebungsdruck ausgesetzte Rohrschlange aufweist.

7. Vorrichtung nach Unteranspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer weiter eine Durchflussreguliereinrichtung aufweist, die mit einem weiteren Fluid in Wärmeaustausch steht.

8. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Überdruckeinrichtung aufweist, welche vom Vorratsbehälter Dampf abzieht, sobald der Vorratsbehälterdruck einen bestimmten Wert übersteigt.

9. Anwendung nach Patentanspruch III, an einem Fahrzeug mit einem Verdampfer, der eine der Umgebungstemperatur und dem Umgebungsdruck ausgesetzte Rohrschlange aufweist.

LNG Services Inc.

Vertreter: Brühwiler, Meier & Co., Zürich

526 720

1 Blatt \*

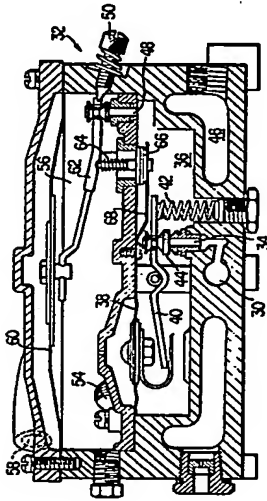


FIG. 3

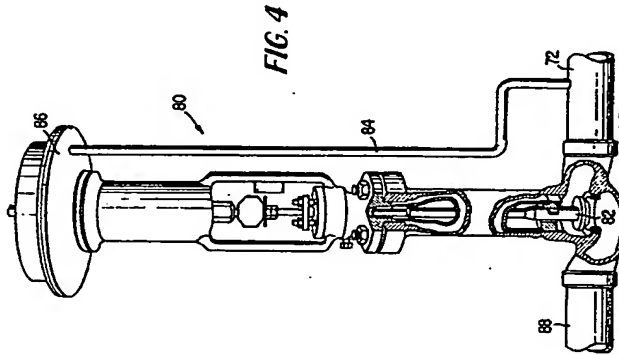


FIG. 4

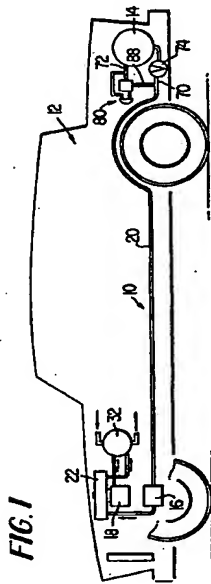


FIG. 1

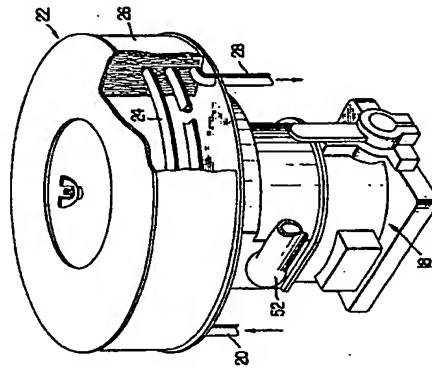


FIG. 2